(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102155862 A
(43)申请公布日 2011.08.17

(21)申请号 201110000705.X

(22)申请日 2011.01.04

(71)申请人 王志彬
地址 201102 上海市闵行区顾戴路 1266 弄
29 号 502 室

(72)发明人 王志彬

(51)Int.Cl.
F41A 3/00(2006.01)

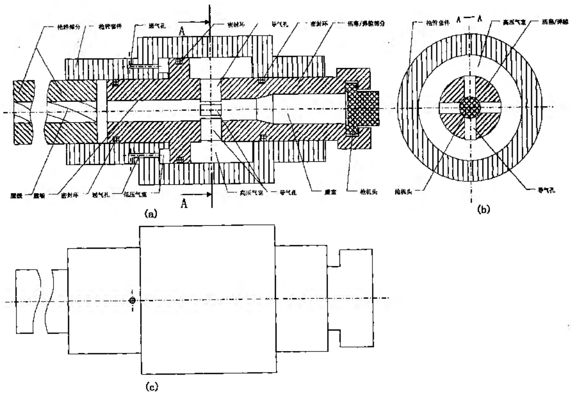
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 6 页

(54)发明名称

膛内活塞自由后坐式——自动武器的新的自动原理

(57)摘要

膛内活塞自由后坐式 - 自动武器的新的自动原理适用于包括手枪、步枪、冲锋枪、卡宾枪、机枪、中小口径的自动炮(即机关炮)在内的所有自动武器;运用这种新的自动原理可以使武器的射击精度和理论射速同时得到提高,因此大幅度提高武器性能。本发明核心理念之一在于枪管的枪膛部分与弹膛部分被分离,不再作为一个整体,在发射枪弹的过程中,弹膛部分可以相对于枪膛部分产生位移;弹膛部分容纳、定位并且闭锁枪弹,这意味着弹膛部分就是枪机的一部分。既可以将弹膛部分当作伸入枪管内部的枪机,也可以认为这是将闭锁枪弹的自由枪机与弹膛一体化。核心理念之二在于通过设计火药气体对弹膛部分的有效作用面积可以获得所需要的不同的后坐能量。



CN 102155862 A

1. 本发明的技术特征在于将自动武器的枪管的枪膛部分与弹膛部分分离并且利用火药气体对弹膛部分的作用使其后坐以此实现武器的自动循环射击、同时通过设计弹膛部分的各个端面及其面积而使火药气体作用于弹膛部分的各个端面所产生的各个方向的作用力的合力可以灵活的被改变而实现不同的后坐能量。

2. 运用权利要求 1 中所述的本发明所独有的技术而将此技术实现为产品，其技术特征为依据权利要求 1 中所述的原理和运用权利要求 1 中所述的本发明独有的技术作为必要的组成部分才能构成一个完整的产品。

膛内活塞自由后坐式——自动武器的新的自动原理

技术领域：

[0001] 本文中所称自动武器，是指利用火药气体发射弹丸并且由这个火药气体提供自动完成循环射击所需要的能量的武器。

[0002] 自动武器包括：半自动／自动的手枪，半自动步枪（如狙击步枪），自动步枪，冲锋枪、卡宾枪，机枪，中、小口径的自动炮（即机关炮）。

背景技术：

[0003] 目前世界上现有的自动完成循环射击的原理，可以分为三类：气体直接作用而枪机闭锁、气体间接作用而枪机闭锁、气体间接作用而枪机自由（半自由）后坐。

[0004] ●气体直接作用而枪机闭锁：火药气体直接作用于枪机套件（主要包括活塞、推杆和枪机框）从而推动枪机后坐完成退壳、复进、供弹以及待击发等循环过程；在弹丸发射过程之中枪机与枪管保持闭锁而没有相对位移（即后坐），因此同样需要火药气体（首先）提供解除闭锁的能量。根据枪机套件的不同，主要可以分为吹气式（如美国的 M16 枪族）、短行程导气活塞式（如中国的 95 式枪族和德国的 G36 枪族）和长行程导气活塞式（如苏联的 AK-47/74 枪族）这三种。这是目前应用最普遍的自动原理。

[0005] ●气体间接作用而枪机闭锁：火药气体间接的、通过枪管（炮管）和弹壳传递能量从而推动枪机后坐完成退壳、复进、供弹以及待击发等循环过程；在弹丸发射过程之中枪机与枪管保持闭锁而没有相对位移（即后坐），因此同样需要这个间接传递的能量（首先）用于解除闭锁。由枪管来传递能量的自动方式，还可以区分为枪管短后坐式（如 M1911 手枪和 M2 重机枪）和枪管（炮管）长后坐式。需要说明的是在此原理基础上利用火药气体直接或者间接作用以使枪机加速或者减速的方式并不会改变此原理本身而只是起到附加的作用。其它如火帽或弹壳后坐自动方式也属于此类。

[0006] ●气体间接作用而枪机自由（半自由）后坐：火药气体间接的、通过弹壳传递能量从而推动枪机后坐完成退壳、复进、供弹以及待击发等循环过程；在弹丸发射过程之中枪机与枪膛没有闭锁因而可以相对枪管产生相对位移（即后坐）。可以分为自由式枪机（如 UZI 冲锋枪）和半自由枪机（如 G3 步枪和 MP5 冲锋枪）。

[0007] 以这三种基本原理为基础并复合运用则可以有混合式的自动方式，如导气式与枪管短后坐式混合后坐方式，但这些自动方式本身并非新的自动原理。

[0008] 而本发明创造了第四种自动原理，即气体直接作用而枪机自由后坐。

发明内容：

[0009] 依据现有的自动原理设计的自动武器其枪管为一整体，一般采用一整块金属毛坯通过机加工而成。其中包含有枪膛和弹膛这两个部分。枪管的枪膛部分刻有膛线以引导弹头在其中向枪口发射并使弹头旋转；枪管的弹膛部分包括容纳和定位枪弹的膛室以及引导弹头进入枪膛的膛喉（或者称导锥），弹膛部分没有膛线。

[0010] 运用之前的三种基本自动原理构造的自动武器在发射枪弹时，无论是气体直接作

用还是间接作用，枪管整体保持不变即枪膛部分与弹膛部分不产生相对位移；无论是枪机闭锁或者是自由（半自由）式枪机，枪管整体保持不变即枪膛部分与弹膛部分不产生相对位移。

[0011] 本发明核心理念之一在于枪管的枪膛部分与弹膛部分被分离，不再作为一个整体，在发射枪弹的过程中，弹膛部分可以相对于枪膛部分产生位移；因为弹膛部分容纳、定位并且闭锁枪弹，因此在枪弹击发后将携带弹壳共同运动，弹壳相对于弹膛部分不产生位移，这意味着弹膛部分本身就是枪机的一部分。既可以将弹膛部分当作伸入枪管内部的枪机，也可以认为这是将闭锁枪弹的自由枪机与弹膛部分一体化。需要说明的是，出于设计（在弹膛部分后坐距离比较短的情况下）、制造方便和控制装配精度的考虑，也可能在枪膛入口处加工有部分的膛喉（导锥），因此可能的情况是在枪膛部分和弹膛部分都存在（部分）膛喉（导锥）；当需要枪机高速后坐（这导致弹膛部分后坐距离比较长）时，则需要将膛线延伸到弹膛部分，因此在弹膛部分（需要较高的装配精度）也存在膛线；而无论枪膛中存在膛喉（导锥）或弹膛中存在膛线的情况，都不会影响本发明所包含的自动原理本身。

[0012] 为密闭火药气体并利用火药气体提供后坐能量，枪管由枪膛、弹膛及枪管套件这三个部分组成，枪膛、弹膛及枪管套件轴心线重合，枪管套件包覆枪膛部分与弹膛部分，其中枪膛与枪管套件固定连接而弹膛部分可以沿着轴心线相对枪膛部分运动。在这三个部分之间，火药气体被密闭；而在密闭的火药气体的作用下枪膛与弹膛在枪管套件中产生相对位移。弹头向枪口运动，而弹壳被闭锁在弹膛中，因此火药气体相对的也被从整个枪管的两端密闭。火药气体直接作用于弹膛的端面并推动弹膛相对于枪膛运动，同时由于弹壳被闭锁在弹膛中因此也通过弹壳传递能量间接推动弹膛部分运动，但是因为弹壳此时可以被视为整个弹膛的一部分，因此总体上可以认为火药气体直接作用于弹膛部分而使其相对于枪膛运动；而弹膛本身与枪膛和枪管套件之间没有任何的闭锁，只会在火药气体的推动下自由运动，因此这种自动原理就是气体直接作用而枪机自由后坐式。

[0013] 本发明的核心理念之二在于弹膛的端面的有效作用面积决定后坐能量，即通过设计火药气体对弹膛部分的作用面积则可以获得所需要的不同的后坐能量。所谓有效作用面积是指在枪膛、弹膛与枪管套件构成的密闭空间中火药气体对弹膛的端面的作用方向不同因而作用力 的方向不同因此通过设计不同方向的端面及其面积则可以控制合力的方向和大小，最终推动弹膛（枪机）后坐的有效作用力对应的面积值就是有效作用面积。

[0014] 本发明包括一种特殊的应用：弹头和火药气体的动量值与弹膛部分、弹壳和枪机头的后坐动量值相等的条件下，枪管遵循动量守恒保持静止而不产生后坐，在车载、机载武器等运用中，可以使枪管浮动的同时也不后坐或者偏转，而只是弹膛部分与枪机头等组件后坐；使用特殊的缓冲方式以使（相对枪管浮动而非刚性连接的）弹膛部分、各组件以及机匣之间的作用力不被传递到枪管上，则可以显著提高连续射击的精度。这种自动方式基于动量守恒原理因此可称为“动量平衡后坐式”。

[0015] 由于非常容易的就可以将枪管套件视为枪管的径向伸展并将弹膛部分视为一个在放大的枪管中因此是在广义上的枪膛中沿着轴心线自由运动的活塞，整个枪管可以被视为一个活塞机构，弹头被高速向前推动的同时活塞被低速向后推动，因此这种自动原理被形象化为“膛内活塞自由后坐式”或者“活塞式自由枪机”。如果我们用最典型的应用和特征来描述前述三种自动原理可以称其为导气式、管退式和自由枪机，那么我们可以用“活塞

式"这个简称来代表本发明所包含的自动原理及其运用(即自动方式)。

[0016] 活塞式这个概念非常容易与导气式原理中的活塞短行程或者活塞长行程自动方式相混淆,因为在这两种自动方式中也存在火药气体直接作用的活塞。如果拓展一下想象力的话,我们可以将这两种自动方式中的活塞放大、容纳枪弹、与枪机一体化、伸入枪管并在其中自由后坐,或者我们也可以想象成将这两种自动方式中的枪机和枪机套件(活塞推杆和枪机框)缩小并放入活塞中,那么这种构造就是本发明所包含的活塞式自动方式了。由此可以看出,虽然都是火药气体直接作用于活塞,但是因为一方面枪机自由后坐与枪机闭锁的本质差别,另一方面所利用的火药气体能量的时机和比例的不同即在本发明中火药气体是在整个弹头发射过程中全程、持续作用于活塞而这两种自动方式是阶段性的和脉冲式的利用火药气体的作用,因此这就决定了本发明是一种新的自动原理而不仅是一种新的自动方式。如果将枪机框本身也当作一个活塞和活塞杆的话,吹气式自动方式同活塞短行程和活塞长行程自动方式相比则自动原理完全一样而仅仅只是自动方式上的细微差别,与活塞式相比则有本质区别。

[0017] 与自由枪机相比,不仅是在结构和作用方式上有差别即火药气体直接作用于枪机与间接作用于枪机的差别,当然同样可以将作为传递能量的载体的弹壳也当作枪机的一部分来看待;但是这正说明了更本质的差别在于当弹药一定因此膛压、作用面积和作用时间一定的前提下,自由枪机只能根据这三个指标来被动的设计枪机的质量(各种延迟机构同样可以被换算为等效质量)并且可以被利用的火药气体能量是有限(因为作用面积被弹壳尺寸所决定而与枪机无关而作用时间同样也受限于弹壳的性能也与枪机无关)的同时既不能增加也不能减少,而 活塞式则可以灵活的、按照不同能量需要的、主动的设计枪机的质量和后坐能量,既可以远大于弹壳本身的尺寸和性能(弹性、强度和塑性)所决定的后坐能量,也可以远小于弹壳本身的尺寸和性能所决定的后坐能量,因此枪机的质量与弹药非直接相关并且与弹壳的尺寸和性能不相关。

[0018] 与管退式相比,活塞式本身建立在将枪管分离的基础上,则活塞本身就可以被当作是部分的枪管,于是活塞式自动方式可以被想象成是"部分枪管"后坐式。全部与部分的差别在于质量上的不同决定了后坐能量的不同,正如我们经常见到的通常管退式自动方式为了获得更大的后坐速度以完成正常的自动循环必须要增加枪管加速后坐装置或者枪机加速装置,而活塞式自动方式完全可以通过弹膛端面的设计获得需要的能量。同样的,两种自动原理在本质上的差别在于管退式是建立在后坐能量由弹药性能决定而不能被主动控制的理论基础上,而活塞式则完全相反。

[0019] 气体直接作用而枪机自由后坐自动原理 / 活塞式自动方式的优点:

[0020] ●结构简单、动作可靠、适应更复杂更恶劣的环境和使用条件:

[0021] 本质上活塞就是自由枪机,只相当于将传统意义上的自由枪机分离成活塞与简单的复进机构这两个部分而已。不需要复杂的导气回路、枪机套件(如活塞杆和枪机框)和复杂的枪机开闭锁曲面,不需要复杂的枪机结构或者复杂的枪机延迟后坐机构,也不需要枪管定位、后坐和复进机构,因此比起导气式、管退式和半自由枪机在结构上都要简单的多、运动部件都要少的多,同时由于火药气体全程连续作用而能量储备充足因此动作更为可靠。

[0022] 由于没有需要精密加工的复杂零件,只要求一般工业标准下的加工精度而不需要

专门的加工设备，因此容易制造且成本低。

[0023] 由于后坐动作都产生在密闭的（广义上的）枪管内而枪机、机匣密闭不与外界接触，枪机更不容易被环境污染；没有导气结构因此不存在积碳或者被杂物堵塞的问题；活塞与枪管其它部分采用相同材料而轴心线重合因此无论是在高温还是在低温环境下自动循环均可以保持正常动作；运动件少因此受环境变化影响更少且更容易通过设计来适应。

[0024] ●射击精度优于一切导气式、管退式和自由（半自由）枪机式，特别是在连发射击模式下：

[0025] 所有运动件均沿枪管轴心线往复运动，相比导气式自动方式由于没有偏离枪管轴心线的活塞连杆机构及其在平行于轴心线方向上的往复运动因此不存在偏心力矩；相比吹气式、自由（半自由）枪机式则因为活塞后坐行程极短（通常为 1-2CM）而复进机构的质量可以被设计的很小，因此在后坐和复进动作中枪支的质心改变要小的多；枪管可以浮动而不必象导气式和管退式那样被固定。上述几个原因同时作用，因此可以使活塞式自动方式获得极好的射击精度。更重要的是，后坐力一定的情况下活塞式自动方式可以保证在各种自动方式中具有 最小的作用力矩，因此在连发射击模式下具备最好的射击精度。

[0026] ●后坐能量可以主动控制且可以获得相比导气式、管退式和自由枪机这三种自动方式更高的能量：

[0027] 理论上在这三种自动方式中只有导气式可以主动控制后坐能量，通常这是通过改变导气孔的截面积或相对位置来实现的；而管退式与自由（半自由）枪机式在弹药与枪膛性能一定的条件下其后坐能量已经被确定而无法被更改。而与导气式自动方式相比，活塞式可以获得高的多的后坐能量，也可以将活塞设计的更小巧而只需要更很少的后坐能量，而导气式受限于结构而必须要求相对较重的枪机并且过小的能量直接导致导气孔截面积过小而无法稳定工作。反过来说，若导气式自动方式想要获得活塞式的高后坐能量（以增加后坐速率），除了要将导气孔方法之外也必须要将气体传输结构、枪机和枪机套件设计的很复杂或者很庞大，因为能量的提高直接导致运动件之间的作用力的增加；同时枪管受力情况恶化则会严重影响射击精度。而活塞式自动方式可以在保证精度不变的前提下提供高的多的理论射速，通过设计并且与其它的机构或者组件配合则可以同时获得高精度和高射速，从而成倍提高自动武器的作战效能。

[0028] ●容错和自适应能力：

[0029] 相比自由（半自由）枪机式，因为后坐距离可以长的多因此可以将冗余度设计的更高，从而对各种意外的敏感度下降，比如当枪膛污浊的时候，自由枪机式必然在更高的膛压下加速枪机后坐从而使火药气体向后喷射而损坏枪械结构甚至伤害射击者，而更长的后坐距离则可以减少甚至抵消膛压的变化对后坐的影响从而具备更好的对弹药的适应性以及保证射击安全和可靠动作。

[0030] ●通用性强因而适用于枪族全体而提高实战条件下的作战能力和节约成本：

[0031] 弹药一定的条件下，枪膛长度的改变会导致后坐能量的改变，对于活塞式自动方式来说，只要非常简单的在枪机（活塞与复进机构）上增加或者减少一个附加质量就可以使后坐能量（即后坐速率）完全可控而不需要对整个结构作出改变，比如导气孔位置和截面积、导气结构和活塞杆的尺寸、复进簧的能量、开闭锁或者延迟机构的位置和性能。因此在所有的自动方式中具备最优秀的枪族化能力，比如同样的活塞可以适用于使用同样的弹

药的突击步枪、卡宾枪、轻机枪或者重机枪、狙击步枪，各种枪支分别具备完全不同的理论射速。半自由枪机自动方式基本不具备这样全面的枪族化的能力，而虽然导气式可以具备这样的适应性但是在战场条件下则效率下降，因为导气式不可避免的要更改部分结构从而在缺少专有工具的实战条件下不能实现部件的互换，相比之下活塞式则可以在任何条件下互换零件从而提高作战能力。特别在于，由于枪管（枪膛部分）螺接于枪管套件，则不需要专门工具和人员即可直 接、快速更换枪管。

[0032] 零件的通用性同时也可以降低生产制造的成本，并降低维护和训练的费用以及后勤压力。

[0033] ●间接的作用：

[0034] 更高的精度意味着更少的弹药就可以达成同样的战术目的，从而将此减少的质量用于提高武器的机动性或者用于提高防护能力，则可以提高战术能力和战场生存率。

[0035] 更高的射速意味着火力密度的提高，从而在提高作战能力的同时扩大控制战场的范围和强度，从而使战术更灵活以及提高任务弹性。技术的进步导致性能的提高，从而也会导致战术的改变和观念的转变，比如应用活塞式自动方式的高射速通用机枪就不再是传统的连发射击模式了。

[0036] 精度和射速的同时提高，则可以使用更少的战斗人员就可以达成同样的战术目的，由此可以精简编制提高作战灵活性和机动性、减轻后勤压力（也将促进人员的精简）和节省人员开支，同时因为武器性能领先而强化战斗意志和使士气获得提升则对作战能力和结果产生积极影响。

[0037] 气体直接作用而枪机自由后坐自动原理 / 活塞式自动方式的缺点：

[0038] ●传统观念的障碍：

[0039] 新的自动原理或自动方式总是不容易被接受，特别是传统的自动方式在技术上成熟、在经验上丰富而对于新技术的风险更加敏感。在一些国家和军队中，普遍存在追求高可靠性和廉价大量制造能力的观念，而不能接受“高度精密会更加可靠”、“全寿命期成本控制”以及“增加技术的投入反而会使包括人员在内的总的费用降低”的观念。

[0040] 技术的进步会导致武器运用方式和观念的转变，比如高射速的三发点射可以使作战效能提高数倍，而为了发挥这一优势则需要新的训练方法，特别是对于那些习惯于使用原苏联系的武器装备的军队就需要更加严格的训练才能达到标准，例如通用机枪以600-800 发 / 分钟的理论射速实现火力压制和支援的战术目的，但是当机枪具备 2400 发 / 分钟的射速的时候就只需要以每秒种击发一次、每次以此高射速完成三发点射而不需要连续射击或者长点射就可以达到同样的战术目的（因此其连发理论射速为 180 发 / 分钟），。这是因为高射速可以反过来极大的提高精度和命中率因此原本需要 10-20 发枪弹才能命中或者压制的任务现在只需要 3 发枪弹就可以完成。而连发射击模式与这种类似于单发射击的高速三发点射模式在习惯、瞄准方式以及训练方法方面差别甚大；当弹药携带量因此可以适当减少以及通用机枪可以被设计的象步枪那样轻便因此步兵分队的机动性得以大幅度提高而导致战术和任务的改变，但是更丰富因而更多变的战术对编成和指挥机制提出了更高的要求。

[0041] ●能量损失以及改变内弹道性能：

[0042] 增加后坐能量以到达高射速的目的，但是与此同时将导致弹头能量的损失；另外，

枪管套件作为额外的气体膨胀的空间而改变了内弹道性能，需要改进弹药（装药量以及发射药的燃烧速率）来适应。

[0043] ●高温高压火药气体密闭的难度：

[0044] 本质上枪炮就是 200-400Mpa 的气体活塞机构，一般的自动方式不需要密闭枪管本身而只需要在弹壳的帮助下密闭弹膛就可以，因而相对简单；活塞式自动方式因为增加了一个装配的枪管套件因而需要用专门的密封设计以便能在高温高压条件下保证气体密闭和活塞的正常动作，相对于传统的方式则复杂一些，也需要增加一定的成本。

附图说明：

[0045] 如图 1 所示，枪管由枪膛部分、枪管套件、弹膛部分组成。枪膛部分为中空（刻有膛线容纳弹头）圆柱体或者圆锥体与圆柱体的复合体；枪管套件为中空（以构成气室）变截面圆柱体；弹膛部分（即活塞）为中空（以容纳枪弹并包括膛喉）变截面圆柱体并且在膛喉部分沿径向开孔以引导火药气体进入（活塞与枪管套件之间的）高压气室。枪膛部分与枪管套件固定连接而弹膛部分（即活塞）在枪管套件的约束下可以沿着这三个组成部分的重合的（共同的）轴心线方向往复运动。活塞通过与枪机头的闭合而闭锁枪弹。此图作为最典型的活塞和枪管套件的形状和构造而对气体直接作用枪机自由后坐的自动原理作出说明，改变这两个（枪管的）组成部分的形状比如将活塞部分端面（如图 2 中标注的端面 B 和端面 C）设计成对称的扇面或者其它的对称的形状同样也是此原理的运用。

[0046] 如图 2 所示，枪弹击发后，火药气体推动弹头在膛喉的约束下沿着轴心线向枪膛方向前进，同时火药气体通过活塞上的导气孔进入活塞与枪管套件之间的高压气室。通过设计使端面 C 的面积、导气孔的截面积均大于膛喉的截面积从而在火药气体的压力作用下活塞在此瞬间不产生后坐。弹壳被活塞闭锁也不产生后坐。需要说明的是，由于在弹头脱离弹壳的瞬间弹头与弹壳和活塞产生的相对位移微小且不影响火药气体对活塞的作用因此在本原理的说明中被忽略。弹头继续前进，火药气体填充枪膛入口与活塞端面 A 之间的空间，同样通过设计使活塞端面 C 的面积在大于膛喉截面积的同时小于活塞端面 A 的面积与膛喉截面积之和（此二者相加即为火药气体作用于活塞的全部后坐推力），因此火药气体作用于活塞端面 C 的作用力由于与后坐推力方向相反而部分的抵消后坐推力而同时也不至于使后坐推力被全部抵消而导致活塞无法后坐。火药气体对活塞的作用使其获得后坐能量和后坐速率。通常在弹药一定的情况下膛喉截面积与活塞端面 A 的面积基本上是确定的，因为要保证结构强度则必须要求一定的枪管壁厚，因此，只需要灵活设计活塞端面 C 的面积，就可以获得任意的后坐能量， 后坐能量的最小值为“0”而最大值产生于活塞端面 C 的面积为“0”（因此气孔的面积也为“0”）即火药气体的后坐推力没有被抵消而全部用于推动活塞后坐的情况下。而在实际的设计中，为了要保证整个枪管结构对火药气体的密闭，则需要有效控制各部分的弹性变形量，因此活塞端面 A 的面积在设计中也作为变量来考虑，而活塞的端面 A 与端面 C 的面积差决定了后坐能量。通常活塞端面 C 与活塞端面 B 的尺寸一致，活塞端面 B 与枪管套件之间构成了低压气室，此气室通过通气孔与外界相通因此保持自然环境大气压力，并且通过对通气孔的截面积设计使此气室可以作为气体弹簧从而在活塞剧烈运动和撞击枪管套件的时候起到缓冲作用。

[0047] 如图 3 所示，火药气体对活塞的作用终止（也可以在膛压下降到安全值）之后，活

塞（与弹壳和枪机头一起）依惯性继续后坐并在机匣作用下沿径向回转一定角度而解除活塞与枪机头（之间通过闭锁凸笋）的闭合以解除活塞对弹壳的闭锁。

[0048] 如图 4 所示，活塞在弹簧或者缓冲器作用下停止后坐而枪机头携带弹壳依惯性继续后坐，完成退壳、复进、装弹、待击发等过程，实现完整的自动循环。

[0049] 在忽略各种摩擦力、热量传递以及枪管形变导致的能量损失的条件下，活塞后坐的距离与速率由有效后坐力、枪膛长度决定的作用时间和活塞的质量共同决定。因此，在有效后坐力和枪膛部分长度一定的前提下，通过设计活塞的质量则可以获得不同的后坐速率。

[0050] 活塞为变截面圆柱体，中心为圆锥、圆柱形空腔构成的用于容纳和定位枪弹的膛室和用于引导弹头的膛喉。活塞头部（指向枪膛部分）、伸入枪管套件的凸起部分以及活塞尾部，分别装配密封环（图 1- 图 4 中均可见）以密闭活塞与枪管套件之间的火药气体。密封环由不锈钢或者铜合金或者其它合金材料制成，火药气体的压力使活塞和枪管套件都产生微小的径向变形，而设计上使活塞的变形量大于枪管套件的变形量同时小于装配间隙，从而可以利用密封环在活塞膨胀时候的弹性变形来密闭火药气体。理论上，当加工精度比较高时，可以将活塞和枪管套件的变形量设计的相同，从而只依靠加工和装配精度（不需要火药气体的压力作用）以及密封环的形状设计就可以实现火药气体的密闭。膛喉部分开有若干导气孔用于引导火药气体进入活塞的凸起部分与枪管套件之间的高压气室，导气孔的截面积不小于突起部分的圆环（图 2 中的端面 C）的截面积。活塞尾部与枪机套件（如枪机头）闭合以闭锁枪弹；枪弹击发后活塞后坐至一定距离、膛压下降到安全值后解除枪弹（此时只剩弹壳）闭锁，活塞停止后坐而枪机套件继续后坐完成退壳、复进、装弹、待击发等过程，因此枪机套件实际上相当于后置的枪机头而活塞相当于前置的机体，因而活塞与套件之间的闭锁方式可以从现有的各种枪机头的闭锁方式中灵活选择。活塞的凸起部分可以设计为其它形状，原则上凸起形状只要保持对称性即可满足后坐力的方向要求。

[0051] 枪管套件为变截面管状复合体，中空部分容纳枪膛部分与弹膛部分（即活塞）。与枪膛连 接方式可以为螺纹或者为其它固定装配方式，而气体密闭性能是首要的要求；活塞在枪管套件内自由滑动而非固定装配。枪管套件作为扩展的枪管的同时，也起到枪管节套的作用而可以与机匣以螺纹连接或者其它固定连接方式装配。各部分的尺寸取决于结构强度的要求以及枪膛和弹膛部分的尺寸（这同样也取决于强度要求以及取决于后坐能量和速率、行程的设计指标），同时为了有效密闭火药气体而必须遵循“在火药气体作用下的枪管套件变形量小于活塞变形量”的原则。出于装配（枪膛部分和活塞）的考虑，通常枪管套件是由几个圆管状组件装配而成而非一体加工而成。因此，也需要考虑枪管套件本身的气体密闭问题。同时为了保证各组件同心而必须有比较高的装配精度。

[0052] 采用（但不限于）如图 5- 图 11 的各图所示意的方式实施膛内活塞自由后坐式自动原理；其中，图 5 是应用膛内活塞自由后坐式自动原理并采用中间零件闭锁的自动机构的结构图，图 6 是应用膛内活塞自由后坐式自动原理并采用中间零件闭锁的自动机构的解锁示意图，图 7 是应用膛内活塞自由后坐式自动原理并采用旋转闭锁方式的自动机构的结构图，图 8 是应用膛内活塞自由后坐式自动原理并同时采用旋转闭锁方式和凸轮加速方式的自动机构的结构图，图 9 是应用膛内活塞自由后坐式自动原理并同时采用旋转闭锁方式和凸轮加速方式的自动机构的凸轮加速过程示意图，图 10 是应用膛内活塞自由后坐式自

动原理实现高精度三发点射的原理图，图 11 是应用膛内活塞自由后坐式自动原理并同时采用断隔螺栓旋转闭锁方式和凸轮加速方式的自动机构的结构图。

具体实施方式：

[0053] 1. 高精度步枪 / 手枪（中间零件闭锁的活塞式自动方式）：

[0054] 如图 5 所示，与图 1- 图 4 各图中相同的活塞和枪管套件结构，机匣与枪管套件固定连接并附有闭锁斜面，活塞与枪机头通过本图所示的中间零件（闭锁杆）闭锁装置在枪弹击发过程中闭锁。如图 6 所示，随着活塞、弹壳和枪机头共同后坐至膛压下降到安全值而正好通过闭锁斜面从而解锁，活塞撞击缓冲器停止后坐而枪机头携带弹壳继续后坐以完成退壳、复进、装弹的自动循环，复进至活塞停止处则将枪弹推入膛室同时带动活塞共同复进，并在经过闭锁斜面时带动闭锁装置而重新闭锁活塞与枪机头，枪弹待击发从而完成整个自动循环。

[0055] 活塞和枪机头均沿着枪管轴心线后坐与复进因而不存在偏心力矩，同时活塞后坐距离极短而枪机头质量极小，因此整体质心位置变化比较小而相对更加稳定；枪管的枪膛部分浮动而没有附加部分（比如在导气式自动方式中的导气管）的作用因此没有形变，也没有附加部分（比如枪管偏转装置）的连接而使其动作，因此可以得到更高的射击精度。理论上活塞式自动方式的射击精度超过传统自动方式中表现最好的半自由枪机式（例如 PSG-1 型狙击步枪），这源于自由枪机的后坐和复进过程中对机匣的冲击力力更小从而对枪管的扰动更小。

[0056] 活塞式自动方式应用于手枪相比目前广泛运用的枪管偏转式或者枪管短后坐式则优势非常明显：枪管浮动且无后坐则精度高；枪管不后坐和偏转则一方面使枪管在射击过程中保持稳定另一方面可以因此而不受限制的增加枪口装置以提高快速射击或者连发射击时的精度以及能够装配消声器或者制退器。越是要求精度和全自动射击威力则越能发挥活塞式自动方式的优点，因此可以适用于各种类型自动武器并且特别适合运用于战斗手枪或者冲锋手枪。

[0057] 具体的设计方法和计算方式，参考“2. 高精度高射速冲锋枪 / 卡宾枪”。

[0058] 2. 高精度高射速冲锋枪 / 卡宾枪：

[0059] 如图 7 所示，与图 1- 图 4 各图中相同的活塞和枪管套件结构，机匣与枪管套件固定连接；机匣内有滑槽容纳活塞上装配的导向凸起（可参阅图 8 而在此图中不可见）在其中运动；导向凸起在滑槽作用下沿径向回转并因此带动活塞的回转，其上的闭锁凸笋与枪机头上的凸起闭合以实现活塞与枪机头的闭锁。活塞与枪机头（在火药气体作用下并依之后的惯性）一起后坐一段距离后活塞回转使闭锁凸笋相对于枪机头上的凸起错位而实现解锁。枪机头退壳、复进、推弹入膛室、并推动活塞共同复进，之后活塞、枪机头和枪弹继续前进的同时导向凸起沿滑槽回转使闭锁凸笋对正并闭合枪机头的凸起而实现闭锁，枪弹待击发，自动循环完成。

[0060] 以平均膛压 150Mpa、作用时间 1ms（此为简化计算起见而设定并假设已经按照平均膛压折算过并加入后效期作用时间）、后坐行程 100mm 的小口径卡宾枪为例，活塞的质量（实际上也与有效后坐面积相关因此是一个函数关系非定值而为简化起见取定值）为 150g，而枪机头的质量为 50g。假设我们要求 1200 发 / 分钟的理论射速，则推算出枪机头

后坐速度大约为 9m/s，撞击缓冲器速度为 3m/s，后坐力为 1800N，后坐有效面积（即活塞端面 A 的面积与膛喉截面积之和减去活塞端面 C 的面积）则为 12mm²，由此可以确定活塞端面 C（活塞端面 A 的面积取决于强度设计）和导气孔的截面尺寸；而活塞在火药气体作用时的后坐行程为 4.5mm，因此图 7 中的距离 a 和 b 均应大于 4.5mm、而距离 c 应大于活塞的设计后坐距离，以保证活塞正常后坐。

[0061] 以上只为说明具体的设计方法和计算方式，不表示具体的、针对性的结果；根据不同的弹药和设计指标，按照内弹道学的具体公式计算出膛压和作用时间，然后按照上述方法则可以得出具体的、准确的、可供实际制造的活塞与枪管套件的尺寸。

[0062] 只有枪机头后坐全部行程 100mm，活塞后坐 10-20mm 后即撞击缓冲器停止后坐；后坐与复进过程中均不存在对机匣、枪膛部分以及枪管套件的刚性撞击因此扰动枪管的作用力要小的多、柔和的多并且质心改变相对更小。因此，这种自动方式的射击精度优于传统自动方式。

[0063] 3. 高精度高射速步枪 / 通用机枪（凸轮加速活塞式自动方式）：

[0064] 如图 8 所示，与图 1- 图 4 各图中相同的活塞和枪管套件结构，机匣与枪管套件固定连接；机匣上有滑槽容纳活塞上的导向凸起在其中运动；导向凸起在滑槽作用下沿径向回转因此带动活塞的回转，活塞上的闭锁凸笋与枪机头上的凸起闭合以实现活塞与枪机头之间的闭锁。在后坐过程中活塞与枪机头一起后坐一段距离后活塞回转使闭锁凸笋相对于枪机头上的凸起错位而实现解锁。此时，活塞撞击加速凸轮而使枪机头加速后坐，之后活塞撞击缓冲器停止后坐。如图 9 所示，枪机头高速后坐，完成退壳、复进、装弹等步骤，向膛室推弹的同时撞击加速凸轮并在其作用下推动活塞共同复进，推弹入膛室之后通过导向凸起带动活塞回转完成活塞与枪机头的闭锁，枪弹待击发，自动循环完成。

[0065] 以平均膛压 150Mpa、作用时间 1.5ms（此为简化计算起见而设定并假设已经按照平均膛压折算过并加入后效期作用时间）、后坐行程 100mm 的小口径步枪 / 通用机枪为例，假设我们要求 2400 发 / 分钟的理论射速（即自动循环时间＜ 25ms），活塞（与枪机头）初始后坐速度仍然设定为 9m/s、枪机头质量为 50g、枪弹质量为 13g 而弹壳质量为 7g、凸轮加速比为 3 ：1 的条件下，则推算出枪机头后坐速度大约为 21m/s，撞击缓冲器速度为 5m/s，活塞质量大约为 342g，后坐力为 2394N，有效作用面积为 15.96mm²。参照图 7 中的端面和距离的标注，由此可以确定活塞端面 C（活塞端面 A 的面积取决于强度设计）和导气孔的截面尺寸。而活塞在火药气体作用时的后坐行程为 6.75mm，因此图中的距离 a 和 b 均应大于 6.75mm、而距离 c 应大于活塞的设计后坐距离，以保证活塞正常后坐。

[0066] 在使用现有的弹药的前提下，只有活塞式自动方式可以有效的提供 2400 发 / 分钟的高射速，而运用传统的三种自动原理的各种自动方式即使可以实现也必然将导致机构过于复杂、笨重或者作用力过大而根本没有现实意义。

[0067] 目前仅有德国 G11 步枪具备理论射速为 2200 发 / 分钟的三发点射能力，这种能力是依靠极其昂贵的无壳弹来实现的，因此其无法成为步兵分队制式装备，且严重牺牲火力持续性。

[0068] 减轻枪机头的质量可以减少所需要的活塞的质量或者提供更高的射速；增加加速凸轮的加速比，可以更显著的增加射速和减轻活塞的质量因而减轻后坐力。当然也可以运用如滚柱斜面加速或者仿形斜面加速或者加速杆加速等各种加速枪机头的方法。

[0069] 同样需要说明的是以上只为说明具体的设计方法和计算方式，不表示具体的、针对性的结果；根据不同的弹药和设计指标，按照内弹道学的具体公式计算出膛压和作用时间，然后按照上述方法可以得出具体的、准确的、可供实际制造的活塞与枪管套件的尺寸。

[0070] 高精度三发点射模式是指在三发枪弹击发过程中枪管整体几乎不受后坐力的扰动从而可以以接近于单发射击的精度和以高射速（几十毫秒内）连续击发三发枪弹。高精度三发点射的技术和战术性能需要在外部组件的辅助下实现，其结构如图 10 中 (a) 所示，是由包括枪管（枪膛部分）、枪管套件、活塞、枪机头和机匣在内的自动机构整体与供其滑动后坐的底座以及底座上的复进簧（和缓冲器）组成。

[0071] 如图 10 中 (b) 所示自动循环过程如下：击发第一发枪弹，自动机构内部在 25ms 之内完成自动循环使第二发枪弹待击发，同时自动机构整体在后效期压力作用下沿底座滑动后坐，如图所示距离为 a；接着，第二发枪弹击发，依据同样的作用原理，自动机构整体的后坐距离为 b；这样，在第一发枪弹击发 50ms 之后第三发枪弹被击发，之后自动机构整体继续后坐并撞击缓冲器，后坐距离为 c；因此，只有在后坐到位之后撞击力才能通过缓冲器和底座传递给射击者，而这已经是在三发枪弹完成击发之后了，因此这部分后坐力或者撞击力不影响点射的射击精度。自动机构后坐的过程中压缩复进簧，后坐到位之后在复进簧作用下自动机构整体沿底座复进至原来的待击发位置。这样，在外部组件帮助下完成高精度三发点射动作，同时第四发枪弹待击发而准备好进行下一次高精度三发点射动作。

[0072] 由自动机构与底座、复进簧和缓冲器等就可以构成完整的枪械，实现高精度三发点射。如果单发射击命中目标的概率为 50％，则高精度三发点射的命中率几乎为 100％，这意味着成倍提高作战能力。若用于火力压制目的，则一次高精度三发点射相当于普通射速的步枪 / 机枪发射 10-20 发枪弹，其作战能力的提高更为显著。

[0073] 以高精度三发点射为主要射击模式的通用机枪因为后坐力减小且柔和而可以用轻质材料制造底座等部件，从而使其轻便可靠且机动力强大，提高战术性能。

[0074] 当用于车载或者航空用途，则可以以 2400 发 / 分钟的射速持续射击，其作为简单而高效的内能源自动武器可以以极其低廉的成本实现昂贵的外能源自动武器（如加特林机枪）这样的高射速，同时因为不存在转管或转膛动作因而没有径向力扰动而使其射击精度优于后者。

[0075] 4. 高精度高射速步枪 / 通用机枪（另一种闭锁方式的凸轮加速活塞式自动方式）：

[0076] 如图 11 所示，与图 1- 图 4 各图中相同的活塞和枪管套件结构，机匣与枪管套件固定连接；机匣上有滑槽容纳活塞上的导向凸起在其中运动；导向凸起在滑槽作用下沿径向回转因此带动活塞的回转，活塞上的断隔螺栓与枪机头上的断隔螺栓闭合以实现活塞与枪机头之间的闭锁；枪弹击发后，在火药气体（通过活塞上的有效作用面积）的作用下活塞后坐；活塞与枪机头一起后坐一段距离后导向凸起带动活塞回转使断隔螺栓相对于枪机头上的断隔螺栓错位而实现解锁；活塞撞击加速凸轮以使枪机头加速后坐，之后活塞撞击缓冲器停止后坐而枪机头继续后坐完成抽壳、复进、装弹等步骤，向膛室推弹的同时撞击加速凸轮并在其作用下推动活塞共同复进，推弹入膛室之后导向凸起在滑槽作用下回转，带动活塞回转使活塞与枪机头闭合断隔螺栓而重新实现闭锁，枪弹待击发，自动循环完成。

[0077] 采用断隔螺栓的好处在于其轴向投影面积大而径向投影面积小因此闭锁和解锁

所需要的 活塞回转角速度就小，因此所需要的（轴向）行程小同时作用于机匣的力也要小。当活塞高速后坐和复进时，这一点尤其重要，这意味着可以在更短的时间、更小的后坐距离内实现闭锁和解锁。

[0078] 设计方法与计算方式与“3. 高精度高射速步枪／通用机枪（凸轮加速活塞式自动方式）”中的描述相同。

[0079] 5. 高精度高射速步枪／通用机枪（长后坐的活塞式自动方式）：

[0080] 如图 1- 图 4 各图所示的活塞和枪管套件结构，可采用各种活塞与枪机头的闭锁方式；如图 7 中的标注，a、b、c 各个距离均以长后坐为设计目标；因为活塞后坐距离长因而膛线延长到弹膛部分内部；由于后坐距离长有可能覆盖弹仓位置因此需要以相对较低的速度单独复进；由于枪机头在长后坐方式下具备更高的能量因而复进速率相对更快，从而（“追上”活塞）在将枪弹完全推进膛室之后才与活塞一起开始重新闭锁过程，

[0081] 以平均膛压 150Mpa、作用时间 1.5ms（此为简化计算起见而设定并假设已经按照平均膛压折算过并加入后效期作用时间）、后坐行程 100mm 的小口径步枪／通用机枪为例，活塞质量为 200g、枪机头质量为 50g，假设我们要求 2400 发／分钟的理论射速（即自动循环时间＜ 25ms)，则枪机头的后坐速度应为 20m/s，因此活塞的初始后坐速度也为 20m/s，则活塞在火药气体作用时行程为 15mm；而假设活塞后续的后坐行程为 35mm 其中 10mm 为闭锁（也是解锁）的行程，则活塞复进的平均速度大约为 2m/s；枪机头从解锁到复进“追上”活塞的时间大约为 15ms，然后与活塞一起复进、重新闭锁；由活塞的后坐速度和时间计算出后坐力为 3507N，因此有效作用面积为 23.38mm^2，由此可以确定活塞端面C （活塞端面A的面积取决于强度设计）和导气孔的截面尺寸。而活塞在火药气体作用时的后坐行程为 15mm，因此参照图 7 的标注则距离 a 和 b 均应大于 15mm、距离 a 和距离 c 均应大于活塞的设计后坐距离，以保证活塞正常后坐；利用活塞本身的结构特性（即高压气室部分在火药气体作用结束、活塞与枪机头解锁后作为密闭空间则）可以构成空气弹簧帮助活塞缓冲和复进以简化自动机构的结构，因此距离 c 与距离 b 以及导气孔长度之差与距离 c 的比值决定了空气弹簧的作用力和作用时间。

[0082] 同样需要说明的是以上只为说明具体的设计方法和计算方式，不表示具体的、针对性的结果；根据不同的弹药和设计指标，按照内弹道学的具体公式计算出膛压和作用时间，然后按照上述方法可以得出具体的、准确的、可供实际制造的活塞与枪管套件的尺寸。

[0083] 长后坐活塞式自动方式运用于高精度三发点射模式所需要的外部组件、自动机构的循环方式和过程与“3. 高精度高射速步枪／通用机枪（凸轮加速活塞式自动方式）”中的描述相同。

[0084] 上述各种活塞式自动方式都可以运用于小口径自动炮，特别是将基于活塞式自动方式的高精度三发点射模式应用于小口径自动炮，则可以在显著提高技术、战术性能的同时极大的降低惯常采用的通过增加炮管数量来追求高射速的巨大成本，最典型的就是应用于小口径高射炮、近程防御系统和机载自动炮等对射速敏感的武器系统。

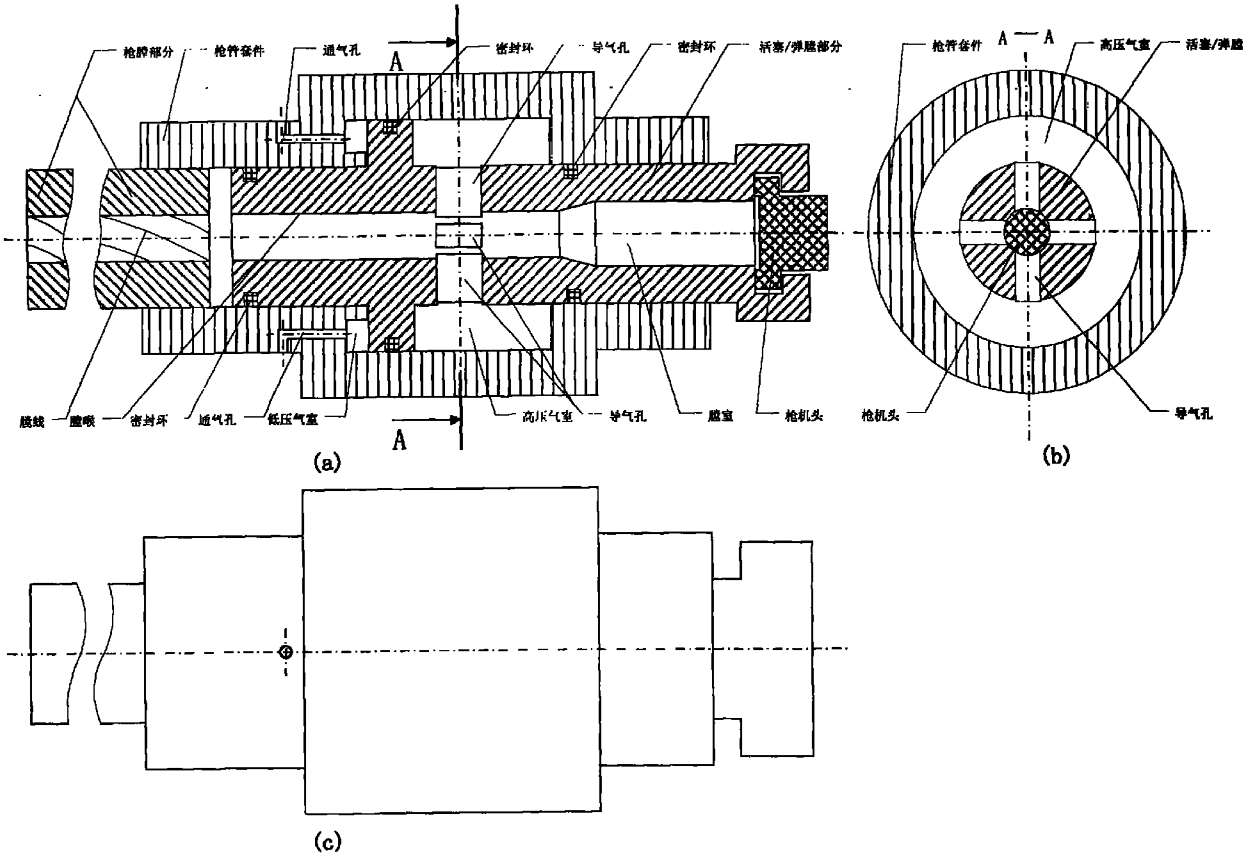

枪膛部分
枪管套件
通气孔
A
密封环
导气孔
密封环
活塞/弹膛部分
膛线
膛喉
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
导气孔
膛室
枪机头
A
(a)
枪管套件
A — A
高压气室
活塞/弹膛
枪机头
导气孔
(b)
(c)

图 1

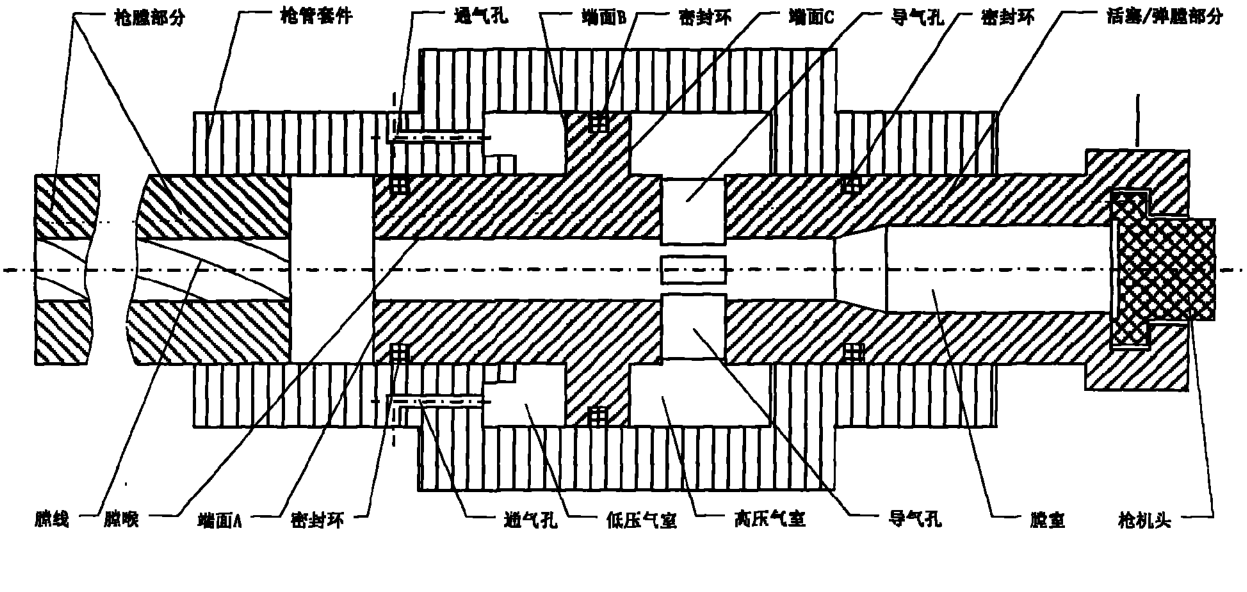

枪膛部分
枪管套件
通气孔
端面B
密封环
端面C
导气孔
密封环
活塞/弹膛部分
膛线
膛喉
端面A
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
导气孔
膛室
枪机头

图 2

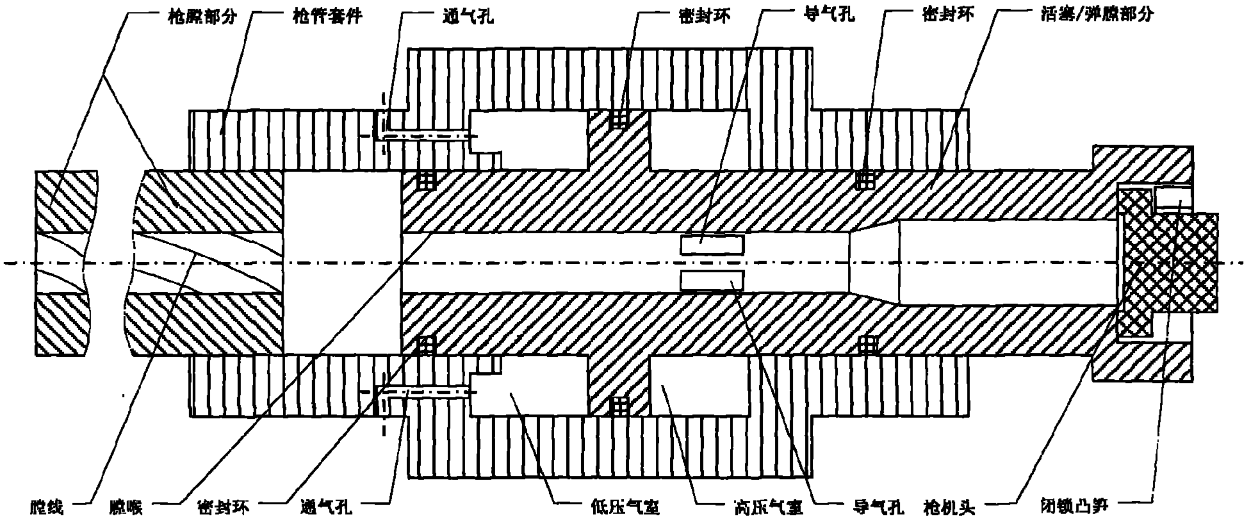

枪膛部分
枪管套件
通气孔
密封环
导气孔
密封环
活塞/弹膛部分
膛线
膛喉
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
导气孔
枪机头
闭锁凸笋

图 3

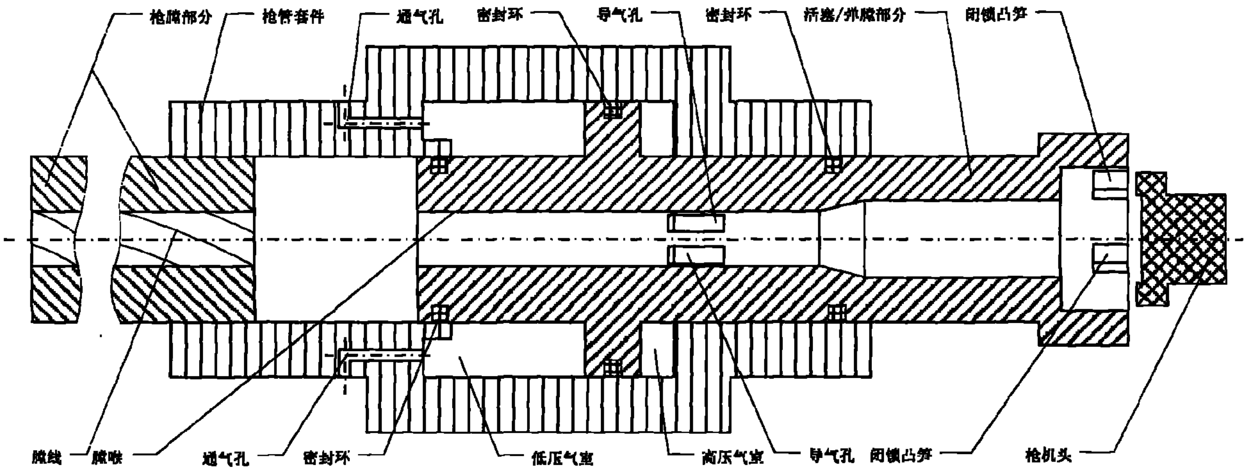
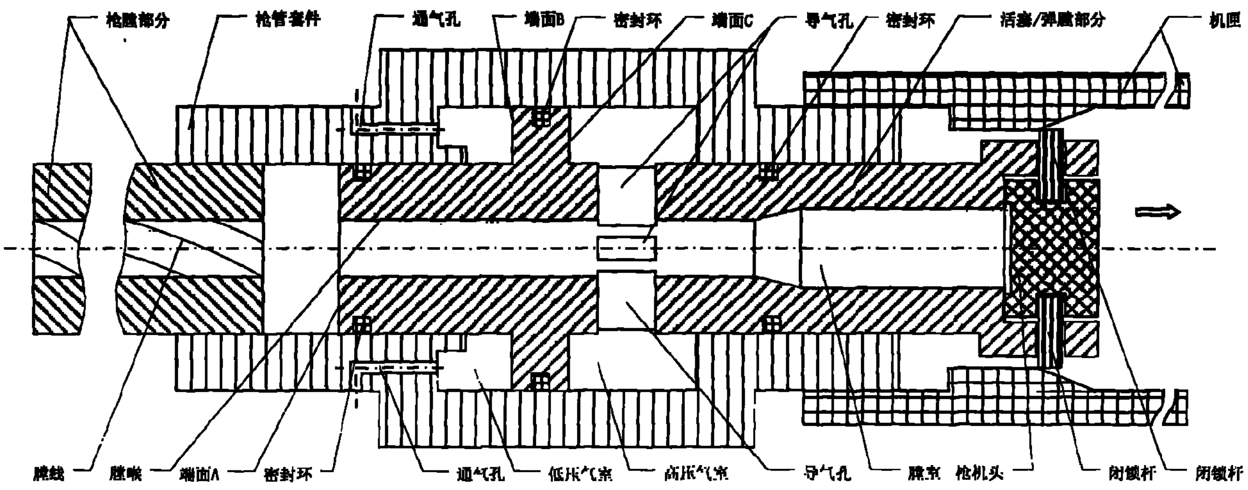
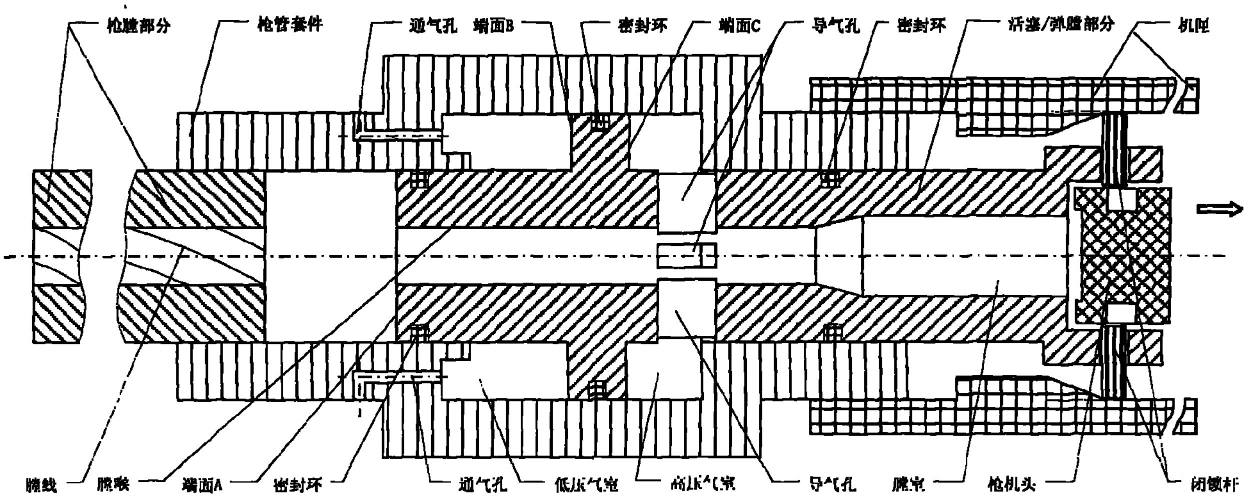

枪膛部分
枪管套件
通气孔
密封环
导气孔
密封环
活塞/弹膛部分
闭锁凸笋
膛线
膛喉
通气孔
密封环
低压气室
高压气室
导气孔
闭锁凸笋
枪机头

图 4



枪膛部分
枪管套件
通气孔
端面B
密封环
端面C
导气孔
密封环
活塞/弹膛部分
机匣
膛线
膛喉
端面A
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
导气孔
膛室
枪机头
闭锁杆
闭锁杆

图 5



枪膛部分
枪管套件
通气孔
端面B
密封环
端面C
导气孔
密封环
活塞/弹膛部分
机匣
膛线
膛喉
端面A
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
导气孔
膛室
枪机头
闭锁杆

图 6

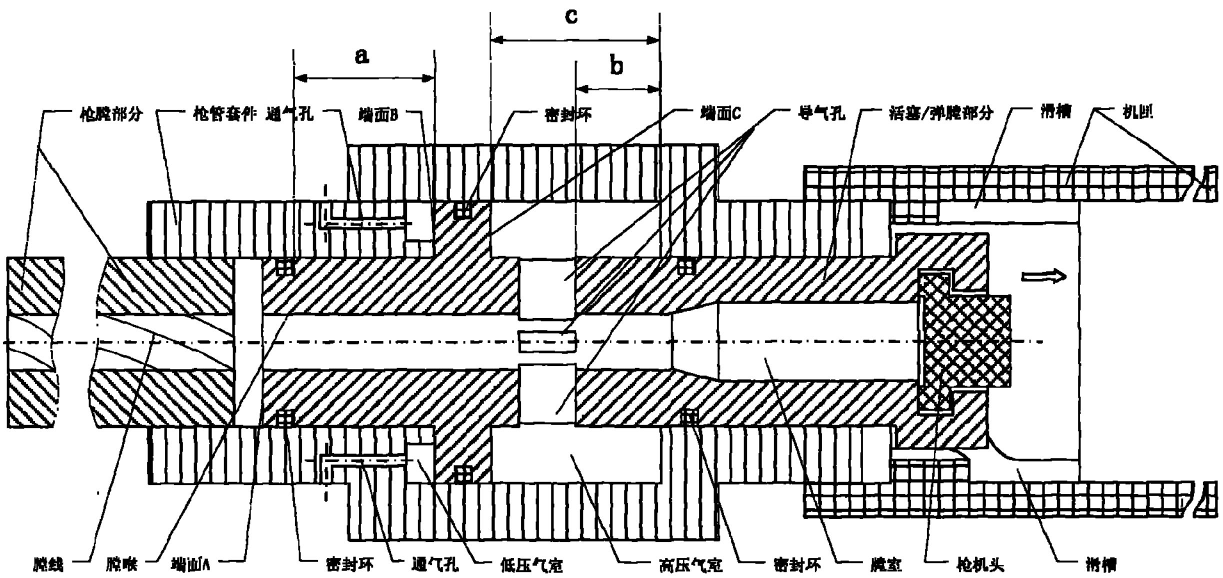

a
b
c
枪膛部分
枪管套件
通气孔
端面B
密封环
端面C
导气孔
活塞/弹膛部分
滑槽
膛线
膛喉
端面A
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
密封环
膛室
枪机头
滑槽

图 7

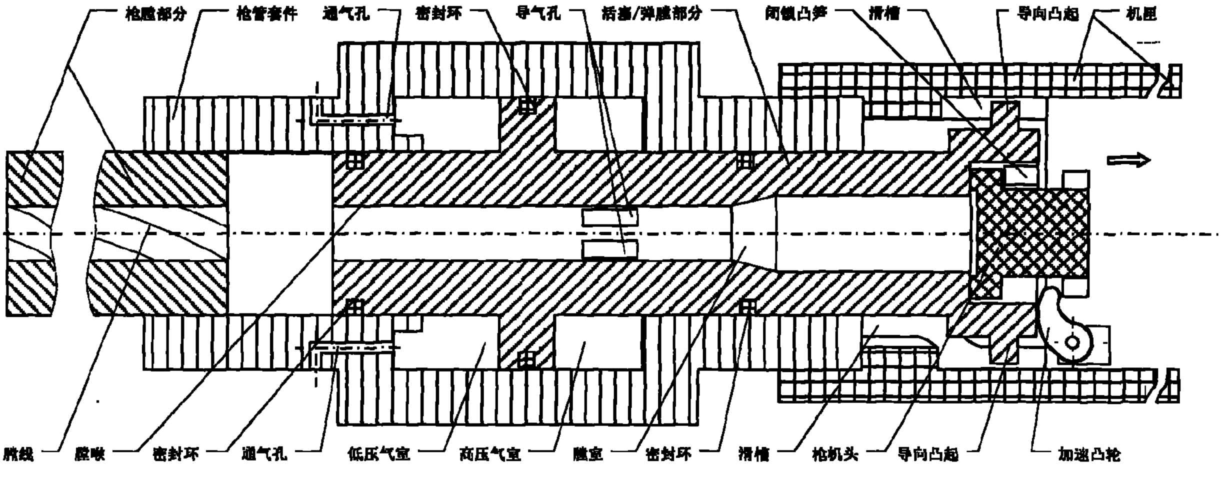

枪膛部分
枪管套件
通气孔
密封环
导气孔
活塞/弹膛部分
闭锁凸笋
滑槽
导向凸起
机匣
膛线
膛喉
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
膛室
密封环
滑槽
枪机头
导向凸起
加速凸轮

图 8

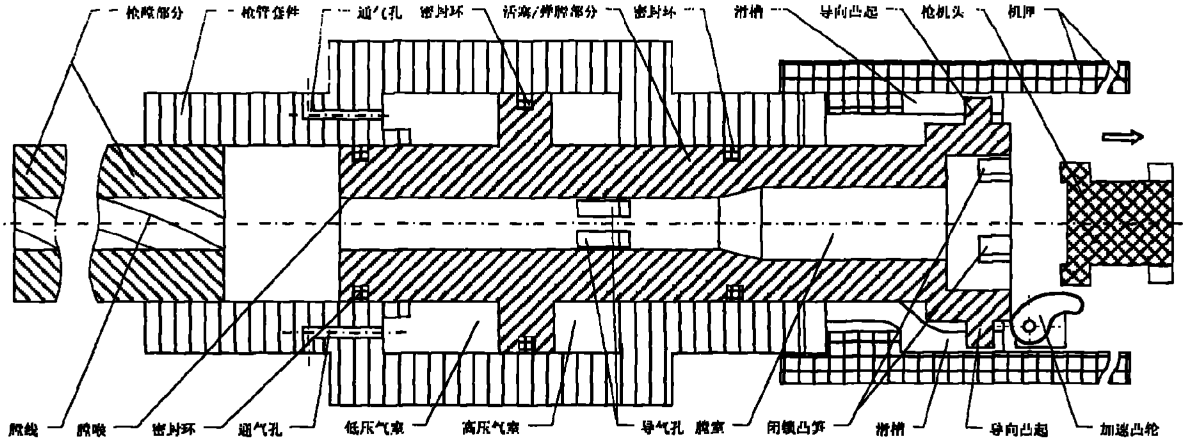

枪膛部分
枪管套件
通气孔
密封环
活塞/弹膛部分
密封环
滑槽
导向凸起
枪机头
机匣
膛线
膛喉
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
导气孔
膛室
闭锁凸笋
滑槽
导向凸起
加速凸轮

图 9

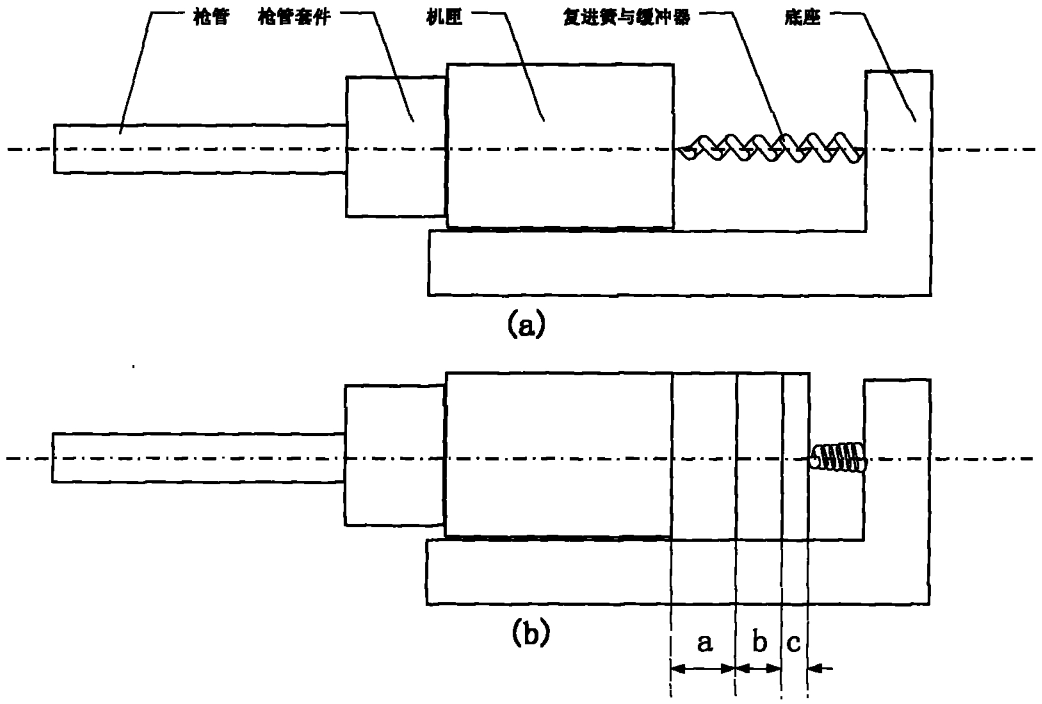

枪管
枪管套件
机匣
复进簧与缓冲器
底座
(a)
(b)
a
b
c

图 10

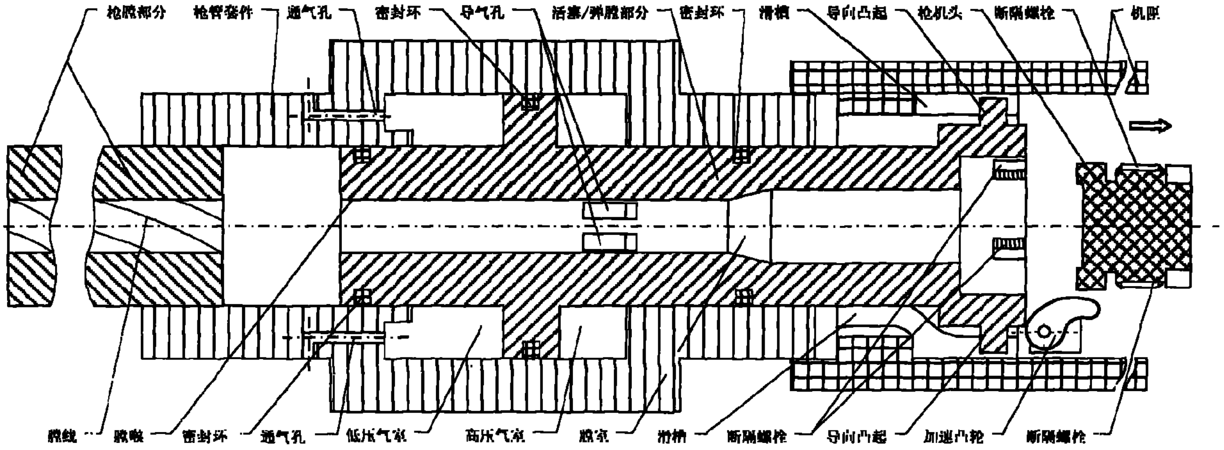

枪膛部分
枪管套件
通气孔
密封环
导气孔
活塞/弹膛部分
密封环
滑槽
导向凸起
枪机头
断隔螺栓
机匣
膛线
膛喉
密封环
通气孔
低压气室
高压气室
膛室
滑槽
断隔螺栓
导向凸起
加速凸轮
断隔螺栓

图 11